

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-336996

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

G01L 5/00

G01M 7/08

(21)Application number : 2000-157246

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV
LAB INC

(22)Date of filing : 26.05.2000

(72)Inventor : HATTORI KATSUHIKO

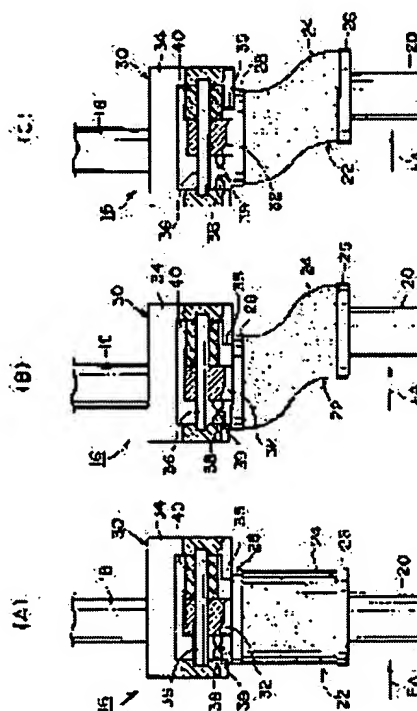
(54) WALKER DUMMY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a walker dummy capable of properly setting the flexibility of knees against impact force to satisfactorily imitate a human body characteristic.

SOLUTION: An allowable limit member 38 is provided between femur connecting member 18 and an inferior limb connecting member 20, whereby an impact force, when large, can be temporarily moderated without continuously increasing the rigidity. Therefore, when the thin part 39 of the allowable limit member 38 is broken, a non-linear characteristic is generated. Namely, since the flexibility of the knee 16 against the impact force can be properly set to satisfactorily imitate the human body characteristic, the injured state can be precisely

evaluated in more detail. Thus, since the allowable limit member 38 forms such a nonlinear characteristic as corresponds to the nonlinear area after the occurrence of an injury such as peeling or breakage of the knee ligament or the like, an experimental data in the examination state close to the knee of an actual human body leg can be gained to perform a precise evaluation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-336996

(P 2 0 0 1 - 3 3 6 9 9 6 A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G01L 5/00		G01L 5/00	F 2F051
G01M 7/08		G01M 7/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全14頁)

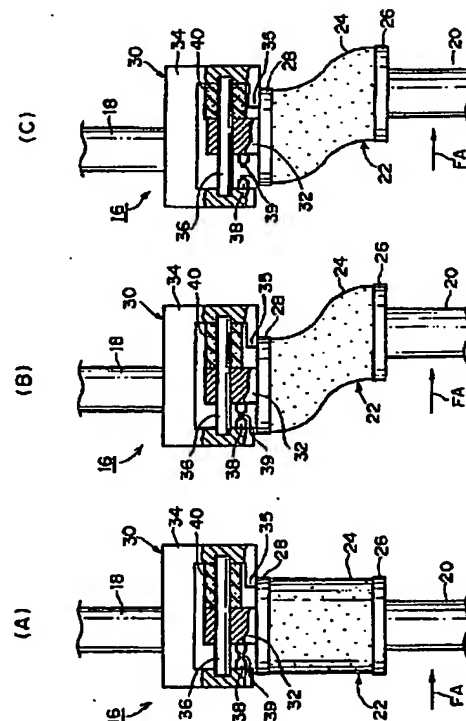
(21) 出願番号	特願2000-157246 (P 2000-157246)	(71) 出願人	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の1
(22) 出願日	平成12年5月26日 (2000.5.26)	(72) 発明者	服部 勝彦 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番 地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳 (外1名)
		Fターム(参考)	2F051 AA01 AB01 AB09 BA00

(54) 【発明の名称】 歩行者ダミー人形

(57) 【要約】

【課題】 衝撃力に対する膝の柔軟性の設定を適切にして、人体特性の模倣を良好とする歩行者ダミー人形を提供する。

【解決手段】 許容限度部材38を大腿部連結部材18と下腿部連結部材20との間に設けることにより、衝撃力が大のとき剛性が高くなり続けることなく一時的に緩和されるので、許容限度部材38の薄肉部39が破断される際の非直線の特性が生じる。即ち、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模倣が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、人体脚部の膝靱帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような非直線の特性を許容限度部材38が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下脚部と、上脚部と、前記上脚部と前記下脚部との間に配置された膝部を備えた歩行者ダミー人形であって、

前記膝部を、前記下脚部から前記上脚部への伝達特性を所定衝撃力までの第 1 の領域では衝撃力に対して変位が増加する特性とし、前記所定衝撃力を超える第 2 の領域では単位衝撃力に対する変位を前記第 1 の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくすることを特徴とする歩行者ダミー人形。

【請求項 2】 前記第 1 の領域において、衝撃力に対して変位が増加する特性を有する弾性変形膝手段と、前記第 2 の領域において、単位衝撃力に対する変位を前記第 1 の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくする許容限度手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の歩行者ダミー人形。

【請求項 3】 前記許容限度手段を、前記下脚部に対し所定衝撃力を超える衝撃力が作用した場合に、前記上脚部と前記下脚部との間の衝撃力に対して変位が増加することを妨げる許容限度部材とすることを特徴とする請求項 2 に記載の歩行者ダミー人形。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験に用いるダミー人形の下肢、すなわち膝構造を有する歩行者ダミー人形に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平 7-311103 号公報に係る技術は、歩行者に対する車両の衝突実験において、膝に作用する衝撃力、せん断力、曲げモーメント、及び張力などを計測するものである。また、上記公報に係る発明において、一対の膝部材は、それぞれ例えば所定の厚さを有する可撓性金属材料（例えば、ばね鋼材）の板状部材として形成されている（明細書の段落番号「0053」参照）。即ち、膝部材は、弾性体ではあるが弾力性が少ない硬いばね鋼材などで成形されるものであった。そして、膝部材に所定以上の衝撃力が作用すると、膝部材が衝撃力の大きさに対応するように塑性変形するので、変形後の屈伸角度を計測する。

【0003】また、「IRCOBI Conference-Sitges (Spain), September 1999」の「DEVELOPMENT OF A BIOFIDELIC DUMMY FOR CAR-PEDESTRIAN ACCIDENT STUDIES」に係る文献（以下、単に「従来文献」という）中に記載されている技術の概略を、図 23 に示す。図 23A に示すように、人体の下脚部（下腿部）に相当する下脚部材 100 と、人体の上脚部（大腿部）に相当する上脚

部材 102 との間には、人体の膝に相当する膝部として弾力性に富む筒状の弾性部材（例えば、ゴムなど）104 が連結されている。また、弾性部材 104 の中空孔 105 には可撓性を有する柔軟なワイヤ 106 が挿入されており、このワイヤ 106 の両端は下脚部材 100 と上脚部材 102 とにそれぞれ接続されている。

【0004】そして、ワイヤ 106 は、所定以上の弾性部材 104 の変形を抑制させるものである。なお、図 23 に示す構成は、衝突実験用乗員ダミー人形の腰椎、頸椎などに従来から用いられている技術である。

【0005】一方、人体脚部の膝が弾性域内で変化する傷害のない状態では、膝部分の変形により、膝上と膝下が相対的に変位するが、柔軟性が低い。そして、膝傷害の発生域以上になると、膝下は膝上に対して急激に変位が進行するので、柔軟性が高くなる。膝靱帯の剥離直前までの弾性変形域から膝靱帯の剥離などの損傷発生後は、柔軟性が高くなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特開平 7-311103 号公報に係る膝部材は、衝突時における人体の膝の弾性力に比べて硬く、弾力が劣っていた。即ち、歩行者ダミー人形に対する車両の衝突実験においては、膝部材に必要以上に大きな衝撃力が発生するので、膝部材の変形特性が人体のものと異なると、衝突に伴う歩行者ダミー人形の挙動および衝撃力が人体のものと大きく違ってくることがある。そして、所定以上の衝撃力が作用すると、膝部材が塑性変形を起こし、衝撃力の大きさによって膝部材の屈曲角度を増す。即ち、膝部材の屈曲後における、膝部の伝達力はほとんど変化せず、下脚部から上脚部への衝撃力の伝達が増加し続けると共に、歩行者ダミー人形の下肢部形状およびその下肢部の重心位置が、一般的な歩行者事故の歩行者の条件と異なる。従って、特開平 7-311103 号公報に係る歩行者ダミー人形では、人体特性に対応した実験データを得ることができないので、誤った評価をするおそれが生ずるという問題があった。

【0007】一方、上記従来文献では、弾性部材 104 の中空孔 105 にワイヤ 106 が挿入され、かつワイヤ 106 の両端が下脚部材 100 と上脚部材 102 とにそれぞれ接続されているので、衝突実験において、図 23B に示すように、下脚部材 100 の軸心に対して直交する衝突作用方向（図 23 では水平方向である矢印 FA）へ荷重が加わった場合には下脚部材 100 と上脚部材 102 とが相対的に変位する。

【0008】上記相対変位が増す毎に、弾性部材 104 に対する破断力が増加すると共に、ワイヤ 106 によって垂直方向の制限を受けるので、弾性部材 104 に対する圧縮力が増加すると共に、膝部における見かけ上の剛性が急激に増加する。即ち、人体脚部の膝靱帯の切断あるいは破断する膝傷害レベルの領域では、下脚部材 10

0 が上方へ持ち上げられながら弾性部材 1 0 4 及びワイヤ 1 0 6 が変形するので、膝部の剛性が非常に高く（剛と）なる。

【0 0 0 9】具体的には、図 2 4 に示すように、変形が小さいときは膝部の変位が作用する荷重に対して大きく柔軟であるが、変形が大きくなるとワイヤーによる支持力が増して膝部の変位が荷重に対して小さく剛性が高くなり続ける。なお、図 2 4 において、横軸は膝部の変位の大きさを示し、縦軸は膝への横方向の荷重（図 2 3 の F A ）の大きさを示す。従って、上記従来文献の膝部において、衝撃力が小のときは柔軟で、一方衝撃力が大のときは剛性が高くなり続けるので、衝撃力に対する膝部材の柔軟性の設定が人体脚部の膝特性に対応しないという問題があった。

【0 0 1 0】そこで、本発明は、上記事情を考慮し、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定を適切にして、人体特性の模擬を良好とする歩行者ダミー人形を提供することを目的とする。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項 1 に係る歩行者ダミー人形は、下脚部と、上脚部と、前記上脚部と前記下脚部との間に配置された膝部を備えた歩行者ダミー人形であって、前記膝部を、前記下脚部から前記上脚部への伝達特性を所定衝撃力までの第 1 の領域では衝撃力に対して変位が増加する特性とし、前記所定衝撃力を超える第 2 の領域では単位衝撃力に対する変位を前記第 1 の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくすることを特徴とする。また、具体的な構成とし、請求項 2 に記載の弾性変形膝手段及び許容限度手段を、膝部に設ける。

【0 0 1 2】歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験において、成人の歩行者を想定する歩行者ダミー人形を用いる場合には、歩行者ダミー人形の膝部に車両のバンパーが衝突する。膝部に対する衝撃力がある衝撃力以上になると人体脚部の場合には膝靱帯が剥離ないし破断し、さらに衝撃力が増すと膝関節部周辺が骨折する。また、人体脚部の膝の特性については、衝突の発生から膝部分における膝靱帯が剥離などする直前までは弾性変形域（第 1 の領域）であり、一方上記線形域を経て膝靱帯の剥離などの損傷発生後は大変形（せん断塑性）域（第 2 の領域）となる。なお、本発明の場合は、第 2 の領域において単位衝撃力に対する変位を第 1 の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくなれば、線形でも非線形の特性としても良い。

【0 0 1 3】歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験において、第 2 の領域では単位衝撃力に対する変位を第 1 の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくするので、歩行者ダミー人形の膝部分の衝撃特性が人体脚部の膝の特性に近いものとなり、人体脚部の膝の衝撃特性を精度よく再現できる。

【0 0 1 4】例えば、膝部分が弾性域内で変化する傷害のない状態では、膝部分の変形により、膝上と膝下が相対的に変位する。そして、膝傷害の発生域以上になると、膝部分の大変形特性を持つ部分により、膝下は急激に変位が進行する。即ち、人体脚部の膝の特性と同様に、歩行者の上体の挙動に大きな影響を及ぼす膝部分の伝達力の著しい増加は、緩和される。

【0 0 1 5】本発明の請求項 1 に係る歩行者ダミー人形によれば、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となるので、衝突の発生から膝部分における膝靱帯の剥離直前までの弾性変形域から膝靱帯の剥離などの損傷発生後の大変形領域までの現象を精度良く再現する。従って、本発明の請求項 1 に係る歩行者ダミー人形によれば、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手できるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。

【0 0 1 6】なお、請求項 2 に記載の許容限度手段を、下脚部に対し所定衝撃力を超える衝撃力が作用した場合に、衝突位置の下脚部から上脚部への衝撃力の伝達を妨げる許容限度部材にすると、下腿部に対する衝撃力が傷害レベル以上に達した場合には許容限度部材が例えば引張応力による破断、圧縮による変形などの変化を生ずる。即ち、本発明の請求項 3 に係る発明によれば、下腿部に対する衝撃力が傷害レベル以上に達した場合の許容限度部材の変化によって実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手できる。また、下腿部に対する作用力のレベルを計測するための計測装置がなくても、詳細な傷害状況などを判定できる。例えば、下腿部に対する荷重が限界を超えたか否かは、許容限度部材の切断あるいは変形などの変化で判断できる。

【0 0 1 7】

【発明の実施の形態】（第 1 実施形態）以下、図 1 乃至図 3 に基づいて、本発明の第 1 実施形態である歩行者ダミー人形について説明する。なお、図 1 は本実施形態の歩行者ダミー人形の膝部材と車両のバンパーとの位置関係を示す背面図、図 2 は図 1 に示す膝部材に係る基本概念構造を示す正面図、図 3 は図 2 に示す膝部材に係る許容限度部材及び緩衝部材による作用によって決まる上脚部と下脚部の相対変位と伝達荷重との関係を示す図である。図 3 には、図 2 の（A）、（B）、（C）の変形に対応した位置を示す。

【0 0 1 8】図 1 に示すように、歩行者ダミー人形 1 0 は、人体の大腿部に相当する上脚部 1 2 と、人体の下腿部に相当する下脚部 1 4 と、人体の膝に相当する膝部 1 6 を備える。膝部 1 6 は上脚部 1 2 と下脚部 1 4 とに直列に連結されており、歩行者ダミー人形 1 0 の起立時における下脚部 1 4 の高さ位置は、車両 1 1 0 のバンパー 1 1 2 の高さ位置に対応するように設定されている。

【0 0 1 9】図 2 A に示すように、膝部 1 6 は、上脚部

12を連結する大腿部連結部材18と、下脚部14を連結する下腿部連結部材20と、下腿部連結部材20に連結されかつ膝部16に柔軟性を持たせる線形膝手段22と、線形膝部材22と大腿部連結部材18とに連結されかつ衝撃力に対して人体脚部の靱帯の破断に対応するような非線形な荷重と変位との特性を有する非線形膝手段30を備える。

【0020】弾性変形膝手段22及び非線形膝手段30は、衝撃力が作用する下腿部連結部材20の作用力が大腿部連結部材18に連続的に伝達しない領域を形成するためのものである。弾性変形膝手段22は、ゴムあるいは合成樹脂などで成形された円筒状の弾性部材24と、弾性部材24の下端部を固定する円板状の下面部材26と、弾性部材24の上端部を固定する円板状の上面部材28とで構成されている。下面部材26は下腿部連結部材20を連結し、上面部材28は非線形膝手段30を連結している。

【0021】弾性部材24は、人体脚部の膝靱帯を想定したものであり、上記膝靱帯が損傷するまでの弾性域に対応させたものである。なお、弾性部材24は、中空円筒状、直方体柱、円型柱、及び多角柱などに変更しても良い。

【0022】非線形膝手段30は、上面部材28の中間部に固定されるスライド部材32と、大腿部連結部材18に固定される断面形状が略コ字状の支持部材34と、支持部材34に軸支された円柱状のガイド部材36と、支持部材34の図1に示す車両方向の面側(図2では、左側)とスライド部材32とに連結された許容限度部材38と、ガイド部材36に挿通された状態で支持部材34の許容限度部材38とは逆方向の面側(図2では、右側)とスライド部材32との間に配置された合成ゴムなどで成形された緩衝部材40とで構成されている。

【0023】許容限度部材38は、人体脚部の膝靱帯が破断する限界に対応しかつ引張応力により破断するように設定されている。即ち、許容限度部材38は、図22に示す大腿骨114と頸骨116とを連結する複数の靱帯118の機能を持たせたものである。なお、図22は、人体脚部の膝靱帯に関する背面図である。

【0024】そして、図2に示す許容限度部材38は、弾性部材24の変形が完了した後(弾性部材24が図2Bに示す状態まで変形した後)に、破断する。即ち、人体脚部の膝は膝靱帯が骨から剥離ないし破断した後はその剛性が急激に低下するので、許容限度部材38を破断させることにより衝撃力が大のときであってもその荷重の増加を一時的に停止(または減少)させる。これにより、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が人体脚部の脚特性に対応する。

【0025】支持部材34の緩衝部材40側には、スライド部材32に対応するストッパ部35が、スライド部材32に向かうように突設されている。そして、図示し

ないが、スライド部材32が緩衝部材40を図2Cに示す状態よりもさらに弾性変形させ、ストッパ部35に当接すると、スライド部材32はストッパ部35によりその移動を停止する。

【0026】第1実施形態では、衝突実験において、下腿部連結部材20に対する図2に示す矢印FAに対応する部位に図1に示すバンパー112が皮ふ部材(図示せず)を介して衝突すると、下腿部連結部材20に図2Aに示す矢印FAの衝突作用方向へ荷重が加わる。まず、弾性部材24が、図2Bに示すように、弾性部材24が下部から上部へ向かって弾性域内でせん断変形する。

【0027】そして、弾性部材24が弾性変形し続け上面部材28に対して荷重が増加すると、スライド部材32を介して許容限度部材38にも荷重が加わる。さらに、下腿部連結部材20へ荷重が加わると、許容限度部材38は引張荷重によって薄肉部39が破断し、図2Cに示すように緩衝部材40は圧縮変形する。

【0028】非線形膝手段30に対する荷重と変位の関係を、図3に基づいて説明する。図3には、図23に示す従来文献のワイヤ106及び弾性部材104についても図示した。即ち、ワイヤ106及び弾性部材104は、共に略線状に増え続ける。

【0029】図3において、許容限度部材38の作用によって膝靱帯の破断もしくははく離が始まる荷重P2を頂点として若干下降した後に、許容限度部材38の薄肉部39が破断される。薄肉部39の破断される図3における変位量Sは15~30mmである。

【0030】一方、緩衝部材40は、許容限度部材38の破断後に、スライド部材32から支持部材34への伝達力を受けもち、それが弾性変形限界値P1を超えると、緩衝部材40の塑性変形による変位によって伝達荷重が緩やかに上昇する。その後の荷重は、緩衝部材40に加わり、弾性部材22と共に変形が増加する。即ち、第1実施形態では、許容限度部材38を設けることにより、膝靱帯の伸び、はく離のように衝撃力が大のとき伝達荷重が高くなり続けることなく一時的に緩和され、許容限度部材38の薄肉部39が破断される際に、不連続な特性が生じる。

【0031】即ち、第1実施形態によれば、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模倣が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、第1実施形態によれば、人体脚部の膝靱帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような不連続な特性を許容限度部材38および緩衝部材40が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。

【0032】(第2実施形態)図4に基づき、第2実施形態を説明する。本実施形態は、許容限度部材に緩衝部材の機能を持たせ圧縮させる例である。なお、図4にお

いて、図2に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0033】本実施形態の支持部材34は、その断面形状がコ字状となっている。立方体の許容限度部材42は、発泡スチロールなどの合成樹脂で成形されており、スライド部材32に隣接するようにガイド部材36に挿通されている。なお、スライド部材32と許容限度部材42は、その肉厚が略同一となっており、支持部材34の凹部34Aの側壁に対し隙間がない状態で収納されている。

【0034】許容限度部材42は、荷重に対し、図6に示すようなヒステリシス曲線を描きながら変形する（潰れる）。即ち、許容限度部材42は、潰れ始めるまでは対荷重性が高く、一方所定の対荷重が加わって潰れ始めると、対荷重性が低くなり急激に潰れるというヒステリシス特性を示す。

【0035】また、許容限度部材42は、弾性部材24よりも柔軟性が低くなっており、そのため弾性部材24の弾性変形が完了した後において潰れ始める。さらに、許容限度部材42は、図2の例と同様に、人体脚部の膝靱帯が破断する限界に対応して圧縮変形するように設定されている。即ち、許容限度部材42に対する図5に示す荷重Fが、人体脚部の膝靱帯が破断する限界に対応する限界値FCに達すると、許容限度部材42は急激に潰れる。

【0036】下腿部連結部材20に対し衝突作用方向（図4では矢印FA方向）へ荷重が加わると、図4Bに示すように許容限度部材42がスライド部材32に押され、若干潰れる。さらに、下腿部連結部材20に荷重が加わり図5に示す限界値FCに達すると、図4Bに示すように許容限度部材42がスライド部材32により圧縮変形する。

【0037】図4A乃至図4Cの膝伝達荷重と上脚部と下脚部の相対変位の関係を、図5に基づいて説明する。なお、図5において、許容限度部材42及び弾性部材24は単独では荷重と変位の傾斜角が異なるが、両者共に同一の荷重が加わる。許容限度部材42が限界値FCに達するまでは、膝部16の膝特性が弾性部材24の剛性で支配的に決定される。即ち、許容限度部材42が限界値FCに達するまでの範囲において、許容限度部材42の変形が少ないため、下腿部連結部材20に加わる荷重に対する変形の殆どは、弾性部材24で受ける。

【0038】そして、許容限度部材42が限界値FCに達すると、それまでの変形量が少ない許容限度部材42が急激に潰れ図4Cに示す状態まで圧縮変形する。即ち、許容限度部材42の限界値FC以降における荷重の増加は、許容限度部材42によって吸収され、ほとんどない。なお、本実施形態のその他の作用効果は、図2に示す例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0039】（第3実施形態）図7に基づき、第3実施

形態を説明する。本実施形態は、図2に示す緩衝部材40及び支持部材34のストッパ部35を削除した例である。なお、図7において、図2に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0040】断面形状がL字状の支持部材44には図示しない大腿部連結部材を連結する連結部44Aが形成されており、支持部材44の許容限度部材38側にガイド部材36が片持ち状に支持されている。また、連結部44Aと下腿部連結部材20には、その連結部44A側（図7では、右側）に、人体の皮膚の強度に相当するワイヤーなどの弾性線状体46が一つないし複数連結されている。

【0041】下腿部連結部材20に対し衝突作用方向（図7では矢印FA方向）へ荷重が加わり限界値FCに達すると、許容限度部材38の薄肉部39が破断され、図4Bに示すようにスライド部材32がガイド部材36に沿って右側へスライドする。即ち、弾性線状体46に荷重が加わりながらスライド部材32がスライドし、例えば下腿部連結部材20に加わる荷重が大きければ、スライド部材32がガイド部材36から抜け落ちる。

【0042】本実施形態の場合には、許容限度部材38に限界値FC以上の荷重が加わり薄肉部39が破断すると、図8に示すように、荷重が急激に低下し、弾性線状体46の変位が増すことによって伝達荷重が再び増加する曲線を描く。なお、本実施形態のその他の作用効果は、図2に示す例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0043】

【実施例】（第1実施例）さらに具体的な構成を、図9に基づいて説明する。なお、図9は第1実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図10は図9に示す膝部の背面図、図11は図10の11-11線の断面図、図12は図10の12-12線の断面図、図13は図10に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。

【0044】図9に示すように、人体の膝に相当する膝部50は、人体の大腿部に相当する上脚部52と、人体の下腿部に相当する下脚部54とが連結されている。膝部50は、上脚部52を連結する大腿部連結手段58と、下脚部54を連結する下腿部連結手段60と、下腿部連結手段60に連結されかつ膝部50に柔軟性を持たせる弾性変形膝手段62と、弾性変形膝部材62と大腿部連結手段58とに連結されかつ衝撃力に対して人体脚部の靱帯の破断に対応するような不連続な荷重と変位との特性を有する塑性変形膝手段70を備える。

【0045】弾性変形膝手段62及び塑性変形膝手段70は、衝撃力が作用する下腿部連結部材60の作用力が大腿部連結部材58に連続的に伝達しない領域を形成するためのものである。弾性変形膝部材62は、柔軟性が高い合成ゴムで成形された円筒状の弾性部材64と、弾

10

20

30

40

50

性部材 64 の下端部を固定する円板状の下面部材 66 と、弾性部材 64 の上端部を固定する円板状の上面部材 68 とで構成されている。下面部材 66 は下腿部連結手段 60 を連結し、上面部材 68 は塑性変形膝手段 70 を連結している。なお、弾性部材 64 は、人体脚部の膝靱帯および半月板の剛性を想定したものであり、上記膝靱帯が損傷するまでの弾性域の変形に対応させたものである。

【0046】図 10 に示すように、塑性変形膝手段 70 は、大腿部連結部材 58 の連結部 59 に連結される支持部材 72 と、上面部材 68 上に配置され小径ガイド溝 75A 及び大径ガイド溝 75B を有するガイド部材 74 と、上面部材 68 の左側に固定される円柱状のガイドピン 76 と、上面部材 68 の中心に固定される締結手段の一部を構成するボルト 78 と、ボルト 78 及びガイドピン 76 が挿通されるスライド部材 80 と、図 11 に示すように支持部材 72 に一对のボルト 82 で固定されるヒューズ固定部材 84 と、ヒューズ固定部材 84 に挟持された状態でボルトにより固定されかつボルト 78 に挿通される許容限度部材 88 と、許容限度部材 88 をボルト 78 に固定するナット 79 と、ガイド部材 74 の大径ガイド溝 75B 内に収納される緩衝部材 90 を備える。なお、ナット 79 と許容限度部材 88 との間には、緩み止めのワッシャ 79A が配置されている。

【0047】図 12 に示すように、ガイド部材 74 は、その小径ガイド溝 75A と、大径ガイド溝 75B とが連続して形成されている。また、小径ガイド溝 75A 及び大径ガイド溝 75B は、左右方向即ち衝突作用方向に沿う矢印 FA 方向に一直線上に位置している。そして、ガイド部材 74 は、後述する許容限度部材 88 の狭幅部 88C が破断された後に、下腿部連結手段 60 が矢印 FA 方向である衝突作用方向にガイドするものである。

【0048】スライド部材 80 は、その移動方向がガイドピン 76 及びボルト 78 と、ガイド部材 74 のガイド溝 75A 及び 75B との規制を受けて移動する。ガイドピン 76 は、ガイド部材 74 またはスライド部材 80 の移動（回転）方向を規制する移動制御手段であり、ガイド部材 74、上面部材 68 及びスライド部材 80 の位置関係を決める。

【0049】なお、小径ガイド溝 75A の直線方向は、大径ガイド溝 75B に沿う左右方向に限定されるものではなく、例えば図 12 において右上がり或いは右下がりなど所望方向に変更できる。小径ガイド溝 75A を右上がり或いは右下がりなどに変更する構成においては、ガイド部材 74 及びスライド部材 80 を積極的に所望の回転をさせることにより、大腿部連結部材 58 と下腿部連結手段 60 との動きを人体脚部の膝靱帯が破断された後の人体脚部の膝に対応するように、相対的な関係が与えられる。

【0050】図 11 に示すように、許容限度部材 88

は、その平面形状が略正方形の基部 88A と、略長方形のヒューズ固定部材 84 に挟持される先端部 88B と、基部 88A と先端部 88B との連結する狭幅部 88C とで構成される。狭幅部 88C は、支持部材 72 側とスライド部材 80 側とが相対的に移動する方向に上面部材 68 に荷重が作用した際に、図 3 に示すような破断点に至ると破断されるように設定されている。即ち、許容限度部材 88 は、人体脚部の膝靱帯が破断あるいははく離する限界に対応しかつ引張応力により破断するように設定されている。

【0051】許容限度部材 88 は、弾性部材 64 の変形が完了した後（弾性部材 64 が図 10 の想像線に示す状態まで変形した後）に、狭幅部 88C が破断する。即ち、人体脚部の膝は膝靱帯が骨から剥離ないし破断した後はその剛性が急激に低下するので、許容限度部材 88 を破断させることにより衝撃力が大のときであってもその荷重の増加を一時的に停止（または減少）させる。これにより、衝撃力に対する膝部 50 の柔軟性の設定が人体脚部の脚特性に対応する。

【0052】支持部材 72 側とスライド部材 80 側とは許容限度部材 88 によって所定の位置関係が維持され、これによりガイド部材 74 に対してスライド部材 80 のスライドが防止される。一方、許容限度部材 88 の狭幅部 88C が破断されると、荷重が加わった支持部材 72 側と、スライド部材 80 側とが相対的に移動する。

【0053】緩衝部材 90 は、許容限度部材 88 の狭幅部 88C が破断した後に、スライド部材 80 が、ガイド部材 74 のガイド溝 75A 及び 75B に沿って急激に変位（スライド）しないように制御するものである。即ち、緩衝部材 90 は、狭幅部 88C の破断直後の曲線特性を、人体脚部の脚特性に対応するに滑らかにする。なお、緩衝部材 90 は、ドーナツ状となっており、合成ゴムなどで成形されている。

【0054】下腿部連結手段 60 は、下脚部 54 の一部を構成する顎骨部材 92 の上部に連結される下腿オフセット部材 94 と、下面部材 66 に連結される下腿連結部材 96 とを備える。下腿オフセット部材 94 は、上脚部 52 及び膝部 50 の軸心と、下脚部 54 の軸心とをオフセットさせるものである。そして、下腿連結部材 96 と下腿オフセット部材 94 とは四隅に配置されたボルト及びナットの締結部材 98 で固定され、また下腿連結部材 96 と下面部材 66 とは下面部材 66 の中央に配置されたボルト及びナットの締結部材 99 で固定されている。なお、下腿連結部材 96 には中空部 97 が形成されており、この中空部 97 に例えば膝部 50 に作用する破断力および曲げモーメントを計測する歪ゲージ式センサなどを設けるようにしても良い。

【0055】本実施例では、衝突実験において、下腿部連結部材 60 の顎骨部材 92 に対応する部位に図 1 に示すバンパー 112 が衝突すると、顎骨部材 92 に図 10

10

20

30

40

50

に示す矢印 F A の衝突作用方向へ荷重が加わる。まず、弾性部材 6 4 が、図 10 の想像線に示すように、弾性部材 6 4 の下部から上部へ向かって弾性変形する。

【0056】そして、弾性部材 6 4 が弾性変形し続け上面部材 6 8 に対して荷重が加わると、許容限度部材 8 8 には矢印 F A の衝突作用方向へ荷重が加わる。さらに、下腿部連結部材 9 0 へ荷重が加わると、図 13 に示すように、許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C に加わる引張重力により狭幅部 8 8 C が破断すると共に、緩衝部材 9 0 が圧縮変形する。即ち、スライド部材 8 0 は、緩衝部材 9 0 を圧縮変形させながら、ガイド部材 7 4 に対し相対的に上面部材 6 8 と共にスライドする。

【0057】本実施例では、許容限度部材 8 8 を設けることにより、衝撃力が大のとき、膝部の伝達力が高くなり続けることなく一時的に緩和されるので、許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C が破断される際の不連続の特性が生じる。

【0058】即ち、本実施例によれば、衝撃力に対する膝部 50 の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模倣が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、本実施例によれば、人体脚部の膝靭帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような非直線の特性を許容限度部材 3 8 が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模倣状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。

【0059】(第2実施例) 図 14 及び図 15 に基づき、第2実施例を説明する。本実施例は、許容限度部材をせん断させて破断する例である。図 14 は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の背面図、図 15 は図 14 に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。なお、図 14 において、図 10 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0060】図 14 に示すように、許容限度部材 120 は、線状の棒材で形成されており、大腿部連結手段 58 の軸心方向(上下方向)へ沿うようにヒューズ固定部材 84 とスライド部材 80 とに貫通して配置されている。なお、許容限度部材 120 の径方向断面は、長方形、円形などの形状となっている。また、第1実施例または第2実施例は、許容限度部材 8 8 または 120 において、引張応力による破断またはせん断による破断の例であるが、他の実施例としては図 4 に示す許容限度部材 42 のように圧縮による破壊など任意に変更できる。

【0061】本実施例では、衝突実験において、下腿部連結部材 60 に連結された顎骨部材 92 に矢印 F A 方向(衝突作用方向)の荷重が加わると、弾性部材 6 4 が図 14 の想像線に示すように弾性部材 6 4 の下部から上部へ向かって弾性変形する。そして、弾性部材 6 4 が弾性変形し続け上面部材 6 8 に対して限界値以上の荷重が加わり、許容限度部材 120 がせん断されると、図 15 に

示すように上面部材 6 8 とスライド部材 80 がガイド部材 74 に対し相対的にスライドする。なお、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0062】(第3実施例) 図 16 及び図 17 に基づき、第3実施例を説明する。本実施例は、下腿部連結手段をピンジョイントとする例である。図 16 は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図 17 は図 16 に示す膝部の背面図である。なお、図 16 または図 17 において、図 9 または図 10 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0063】図 16 に示すように、下腿部連結手段 122 は、顎骨部材 92 に固定された板状の下腿連結支持部材 124 と、下面部材 66 と下腿連結支持部材 124 の中央に配置された連結体 126 と、連結体 126 の後側に配置される膝前屈剛性部材 127 を備える。連結体 126 は、その前側のみが下面部材 66 に連結されている。

【0064】また、図 17 に示すように、下腿部連結手段 122 は、下腿連結支持部材 124 に連結した連結体 126 と、それを挟むように一対突設された支持部 128 と、連結体 126 の左側面と支持部 128 との間に挟持される樹脂製のスペーサ 130 と、連結体 126 の右側面と支持部 128 との間に挟持される樹脂製のスペーサ 132 及びスラストカラー 134 と、連結体 126 と支持部 128 とスペーサ 130、132 とスラストカラー 134 とを同軸上に連結するピンボルト 136 及びナット 138 とを備える。

【0065】本実施例によれば、上記のようなピンジョイント構成とすることにより、膝部 50 が一方向へ容易に屈曲するので、人体特性の膝に対応させることができる。即ち、本実施例によれば、上記ピンジョイント構成により、膝部 50 の屈曲方向に対して膝部 50 の衝撃特性が変えられるので、人体特性の膝に対応し易い。なお、本実施例では、図 10 に示す許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C の部分が薄肉状となっている。また、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0066】(第4実施例) 図 18 及び図 19 に基づき、第4実施例を説明する。本実施例は、緩衝部材を図 17 に示すボルト 78 の軸心上に配置する例である。図 18 は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の背面図、図 19 は図 18 に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。なお、図 18 において、図 17 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0067】図 18 に示すように、大腿部連結手段 58 には、その軸心方向(上下方向)へ沿う縦孔 140 が形成されている。ボルト 78 の頂部 78 A には凹部 78 B が形成されており、凹部 78 B には円棒状の変形部材 1

42の基端が圧入されている。変形部材142の先端には、縦孔140の孔径よりも若干だけ小径なリング部144が形成されている。また、変形部材142には、円柱状の緩衝部材146がリング部144に固定されるように挿通されている。

【0068】本実施例では、許容限度部材88がせん断されると、変形部材142が屈曲すると共に、リング部144が縦孔140に沿って下降する。そのため、本実施例においては、緩衝部材146が圧縮されるので、スライド部材80の移動が緩衝される。なお、本実施例のその他の作用効果は、第3実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0069】(第5実施例)図20及び図21に基づき、第5実施例を説明する。本実施例は、人体特性の膝に対応するように、膝部50の屈伸を制御する例である。図20は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図21は図20の21-21線の断面図である。なお、図20において、図9に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0070】図21に示すように、弾性部材150は前側が略D字状に切欠され、この切欠に対応する下面部材66上には剛性調整手段の一部を構成する円柱状のストッパ部材152が固定されている。一方、ストッパ部材152に対応する上面部材68には、剛性調整手段の一部を構成する前弾性部材154がストッパ部材152に対して所定の隙間ができるように配置されている。

【0071】前弾性部材154は、剛性を高めるために堅い合成樹脂で成形されている。なお、ここで前弾性部材154を金属製としなかったのは、金属ではストッパ部材152に対して当たりが強くなりすぎるので、衝撃をやわらげるために上記のような弾性部材とした。

【0072】また、ストッパ部材152及び前弾性部材154を弾性部材150の前側に配置させたのは、人体脚部の膝においては膝が前側に向かって屈曲できないので、この屈曲特性を考慮したものである。

【0073】本実施例において、弾性部材150を前側へ押し付けるような荷重が弾性部材150に加わった場合には、前弾性部材154がストッパ部材152に当接し剛性が高められるので、弾性部材150を前側へ押し付けるような逆方向の曲りが防止される。即ち、本実施例によれば、膝部50の変位に対して膝部の衝撃特性を変えるような剛性調整部材である前弾性部材154及びストッパ部材152を付加させたので、人体脚部の膝における膝の屈曲方向に対応するように非対称の特性が発揮できる。なお、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、歩行者ダミー人形の膝部を、第2の領域では単位衝撃力に対する変位を第1の領域の単位衝撃力に対する変位より

り大きくするので、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となる。従って、本発明によれば、衝突の発生から膝部分における膝靱帯の剥離直前までの線形域から膝靱帯の剥離などの損傷発生後の非線形な領域までの現象を精度良く再現できるので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施形態の歩行者ダミー人形の膝部材と車両のバンパーとの位置関係を示す背面図である。

【図2】図1に示す膝部材に係る基本概念構造を示す一部破断した正面図である。

【図3】図2に示す膝部材に係る許容限度部材及び緩衝部材の変位と荷重との関係を示す図である。

【図4】第2実施形態に係る膝部材の基本概念構造を示す一部破断した正面図である。

【図5】図4に示す許容限度部材及び弾性部材の変位と荷重との関係を示す図である。

【図6】図4に示す許容限度部材のヒステリシス特性を示す図である。

【図7】第3実施形態に係る膝部材の基本概念構造を示す一部破断した正面図である。

【図8】図7に示す弾性線状体の変位と荷重との関係を示す図である。

【図9】本発明の第1実施例に係る膝部の側面図である。

【図10】図9に示す膝部の背面図である。

【図11】図10の11-11線の断面図である。

【図12】図10の12-12線の断面図である。

【図13】図10に示す許容限度部材が破断された状態の背面図である。

【図14】第2実施例に係る膝部の背面図である。

【図15】図14に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。

【図16】第3実施例に係る膝部の側面図である。

【図17】図16に示す膝部の背面図である。

【図18】第4実施例に係る膝部の背面図である。

【図19】図14に示す許容限度部材が破断された状態の背面図である。

【図20】第5実施例に係る膝部の側面図である。

【図21】図20の21-21線の断面図である。

【図22】人体脚部の膝靱帯に関する背面図である。

【図23】従来文献に係る歩行者ダミー人形の膝部分を示す断面図である。

【図24】図23に示す膝部分の変位と荷重との関係を示す図である。

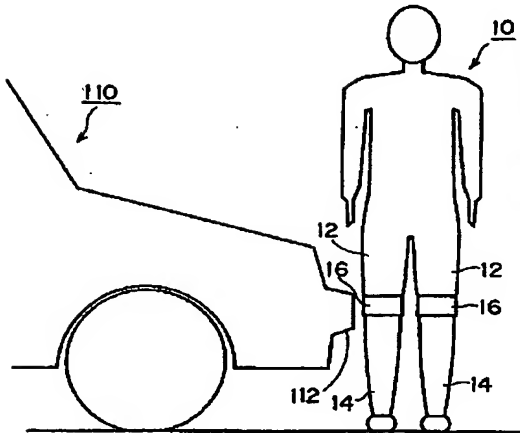
【符号の説明】

15
 12, 52 上脚部 (大腿部)
 14, 54 下脚部 (下腿部)
 16, 50 膝部
 58 大腿部連結部材
 60, 122 下腿部連結部材
 22, 62 弾性変形膝手段
 30, 70 塑性変形膝手段

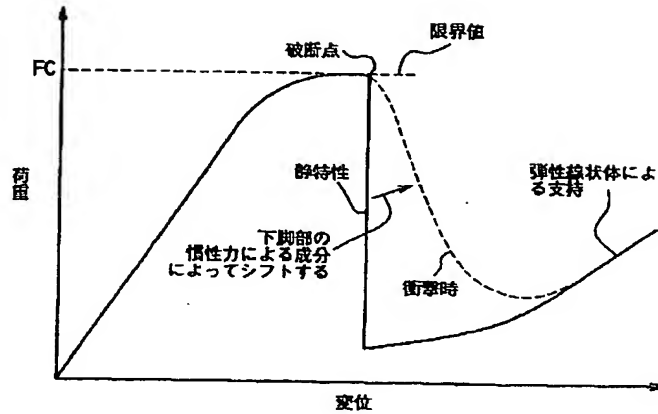
32, 80
 36, 74
 42, 88, 120
 40, 90, 146
 76
 材)

16
 スライド部材
 ガイド部材
 許容限度部材
 緩衝部材
 ガイドピン (移動制御部
 材)

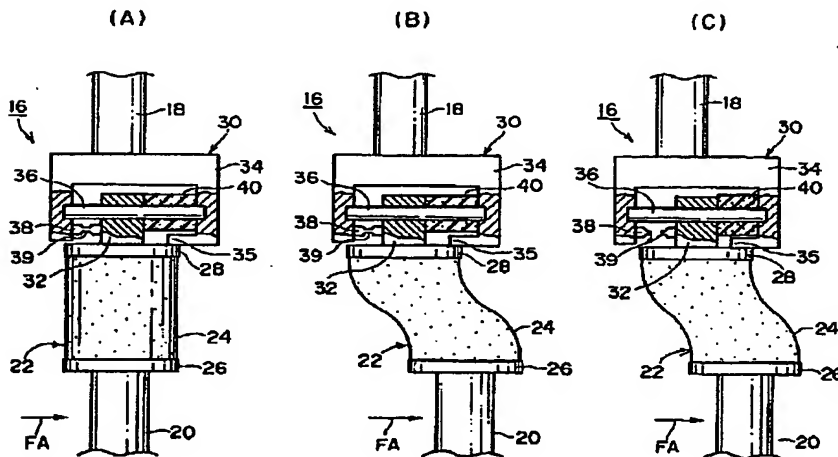
【図 1】



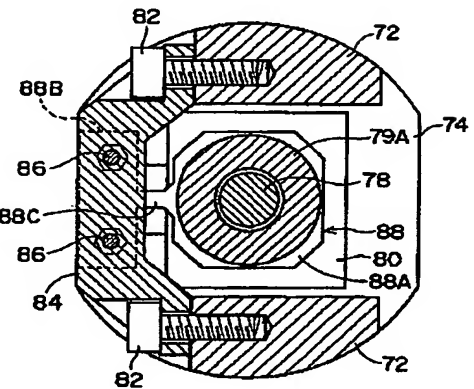
【図 8】



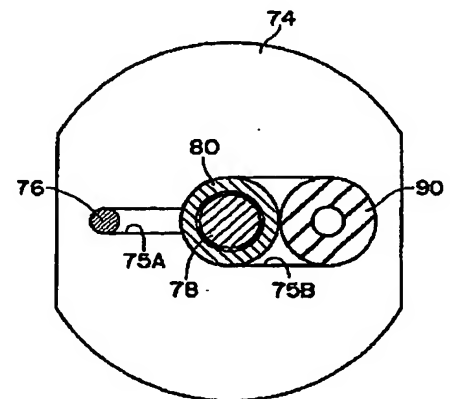
【図 2】



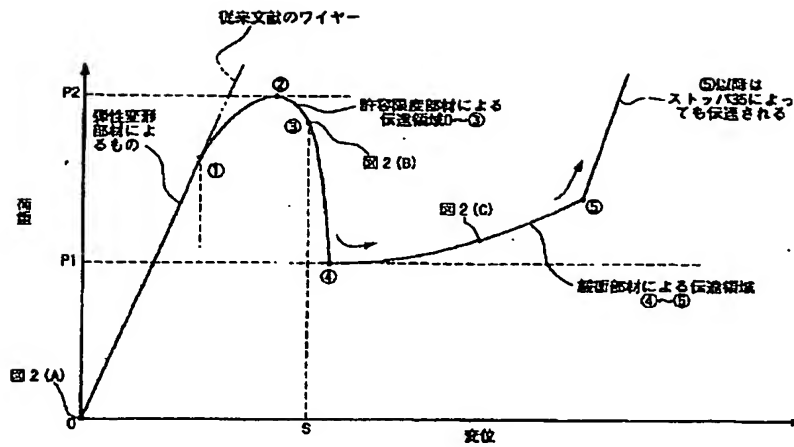
【図 11】



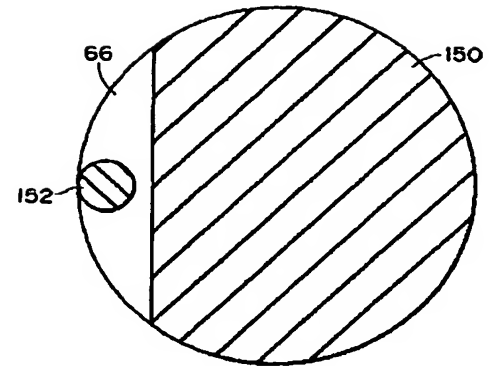
【図 12】



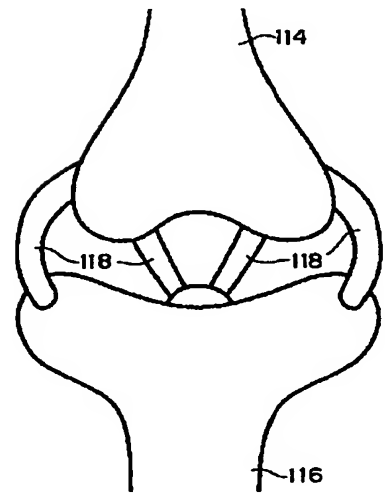
【図3】



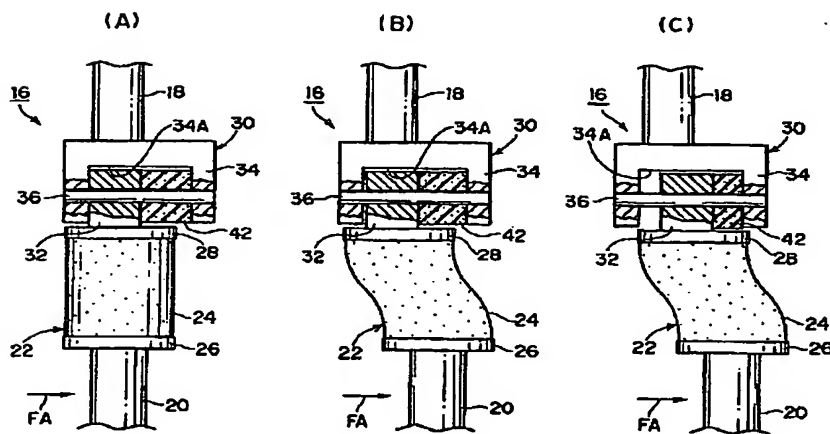
【図21】



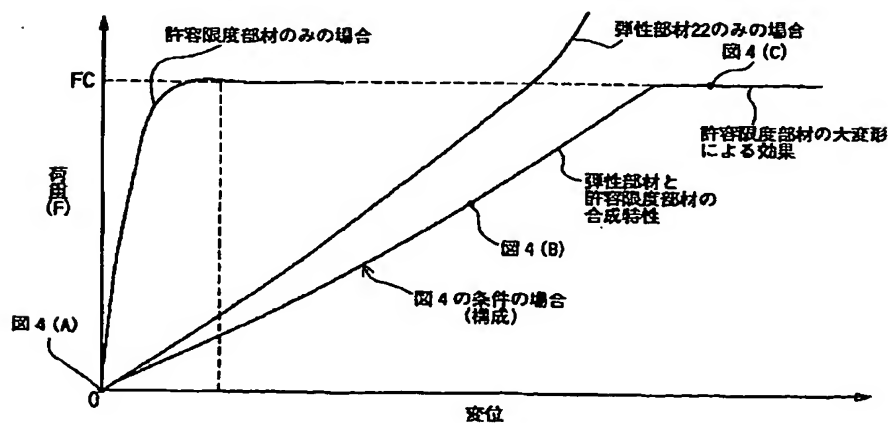
【図22】



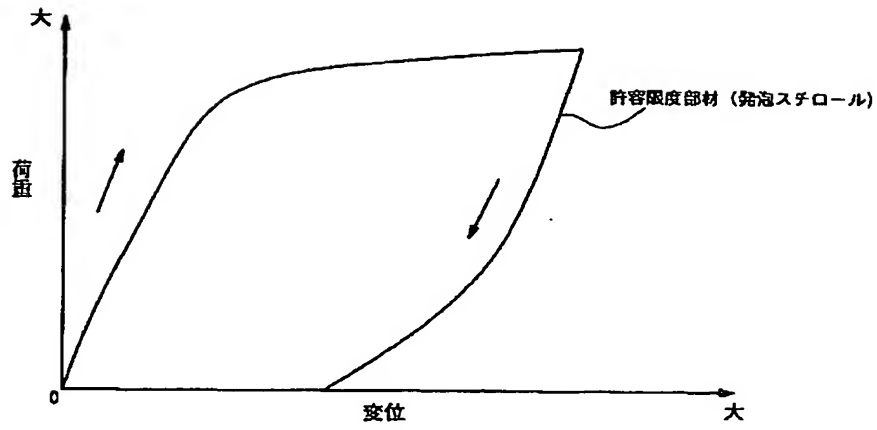
【図4】



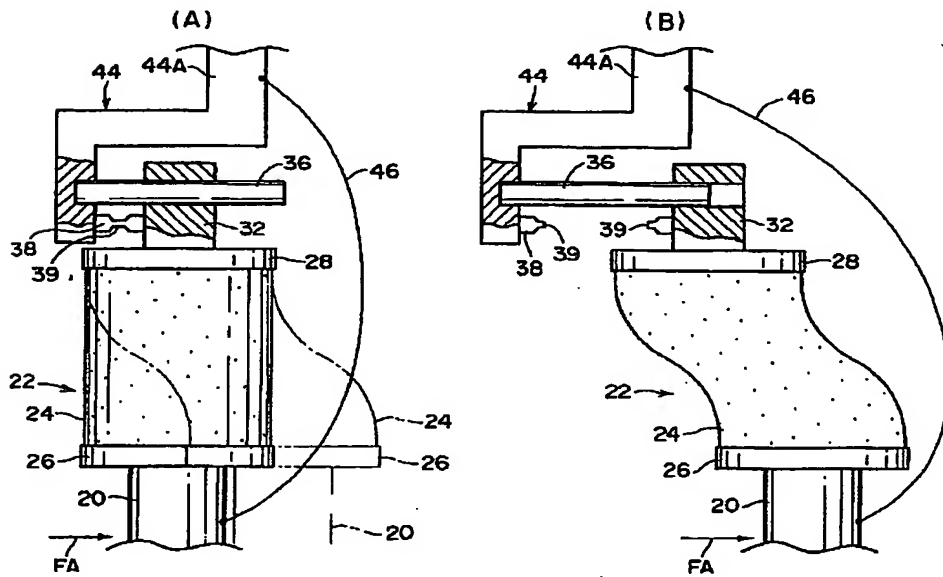
【図5】



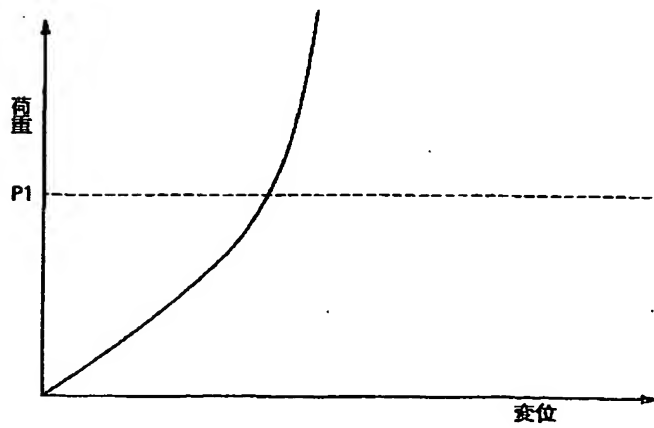
【図6】



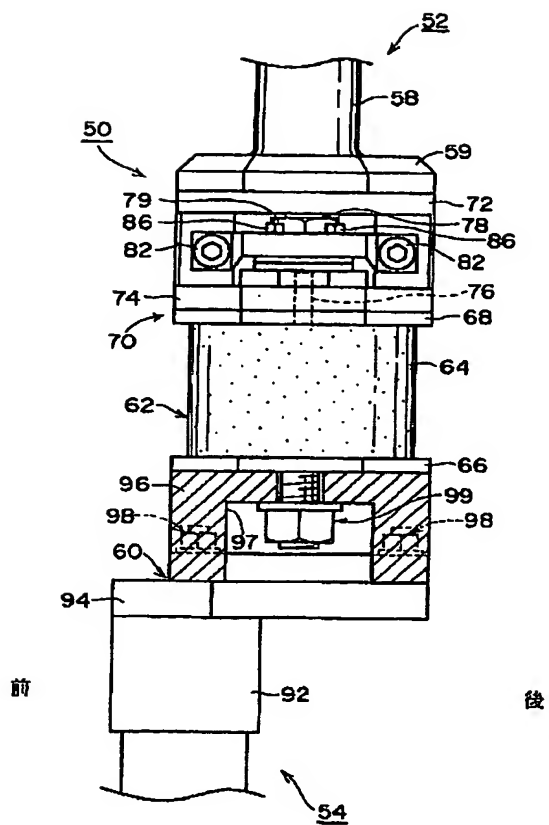
【図7】



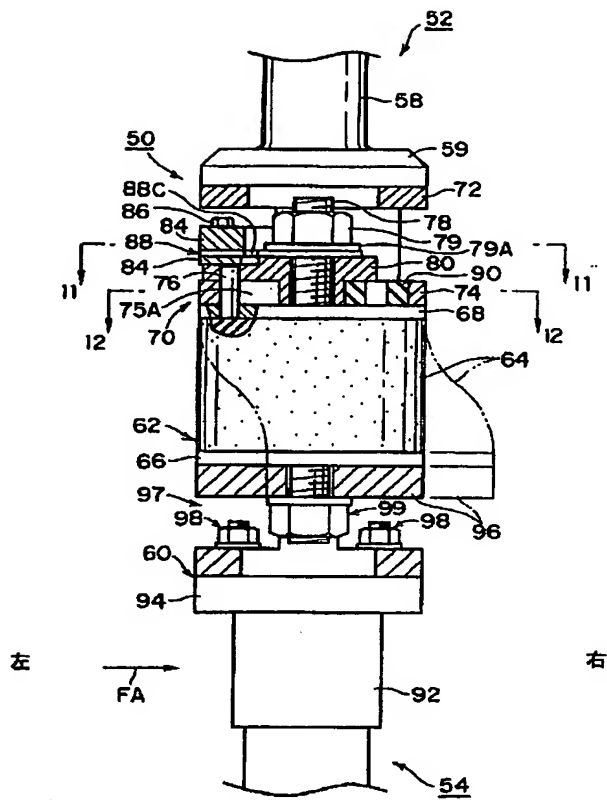
【図24】



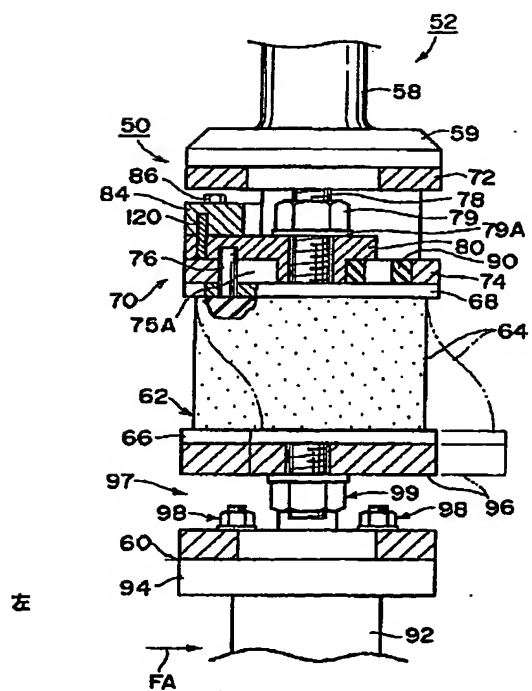
【図 9】



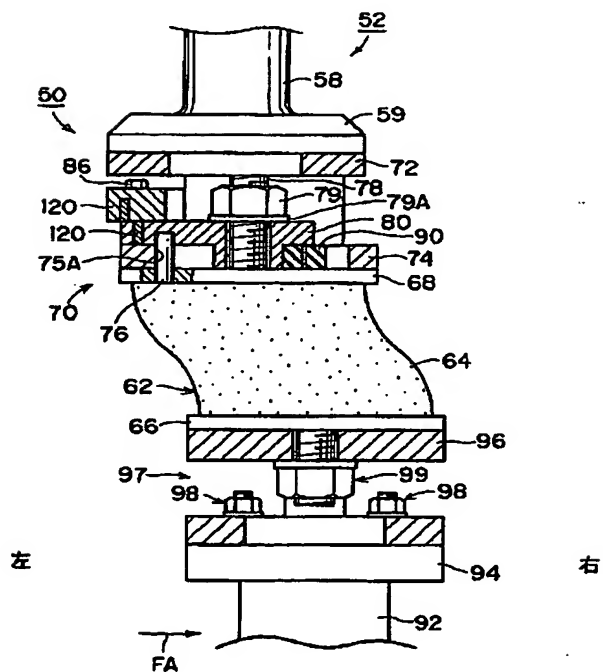
【図 10】



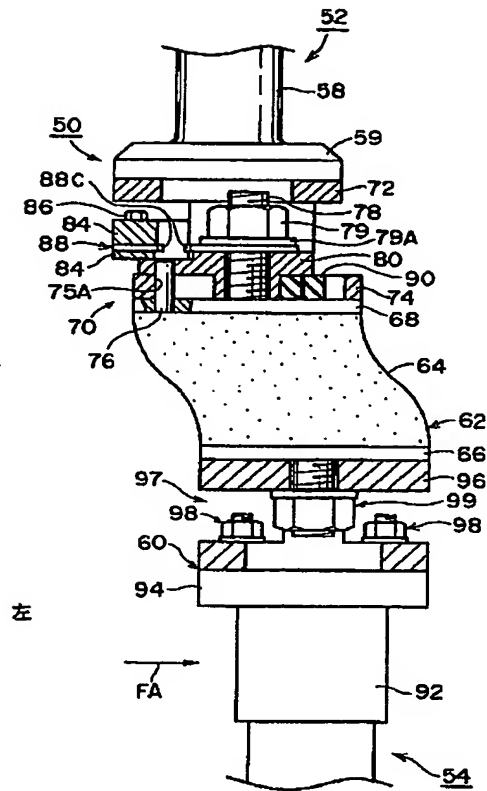
【図 14】



【図 15】



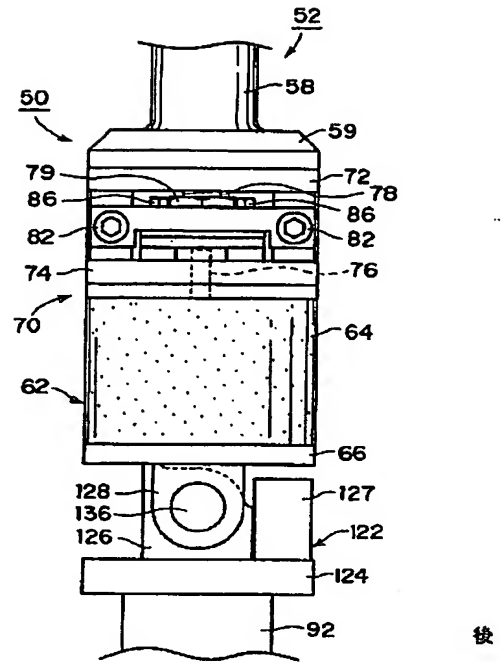
【図 13】



左

右

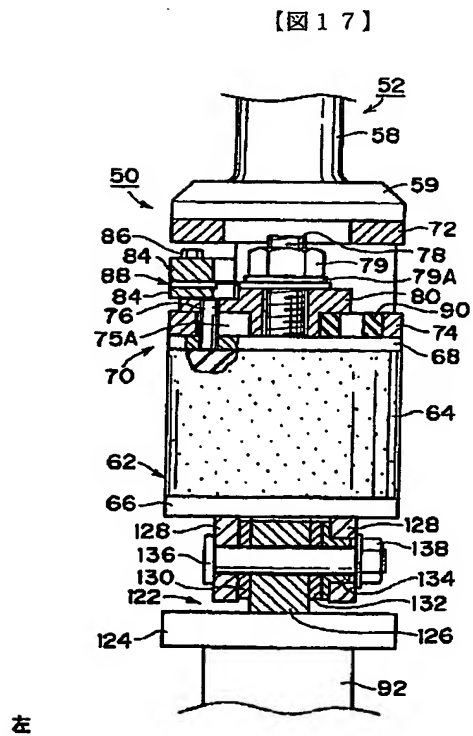
【図 16】



前

後

【図 18】

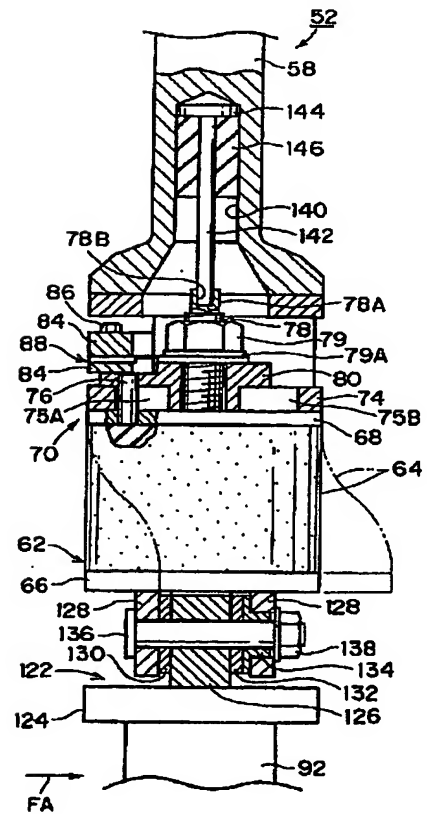


左

右

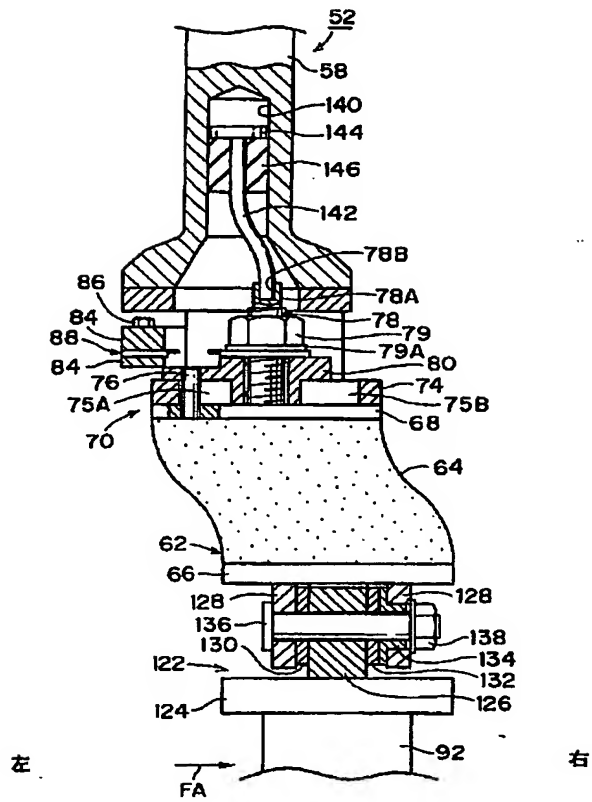
左

右

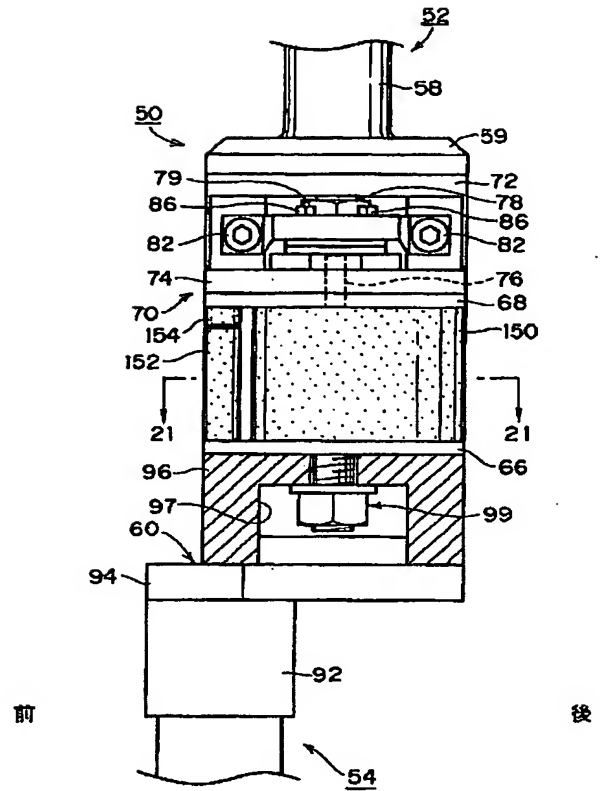


FA

【図 19】

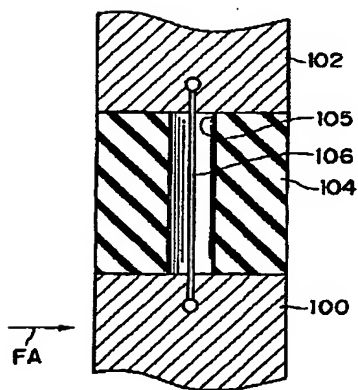


【図 20】



【図 23】

(A)



(B)

